

Assessment of Wind Production Impacts to a Power System and Market Formation in Baltic

Mario Turcik (*Institute of Physical Energetics- IPE*), Artjoms Obushevs (*IPE*), Irina Oleinikova (*IPE*)
and Gatis Junghans (*AS "Latvenergo"*)

Keywords – Distributed power, Modeling, System integration, Wind energy.

I. INTRODUCTION

Numbers of wind power projects in Baltic region was proposed in last period. Integration of wind generation into power production mix has significant impact to the power system (PS) operation as well as to the electricity market.

The aim of study was the assessment of wind production impacts related with considerable wind installation in future, developing of methods and algorithms enable simulations from wind conditions to final impact on a system. In a paper algorithms and methodology for estimation of those impacts including model which is capable to generate wind production curve assuming real wind conditions in a region are proposed.

II. WIND GENERATION MODELLING

Wind power and thus its modeling is significantly different from the other power technologies. Generation has specific characteristics, including variability and geographical distribution. The methodology and model presented in further part integrates specific features of large-scale wind generation deployment and regional wind conditions.

The resulting production curve is labeled as “raw” production curve with relatively high volatility of production. Averaging of the wind speed has partial impact to the shape of output production curve, so dynamics of variations has been decreased. However, in order to achieve characteristics observed and measured in real conditions, incorporation of so-called large-scale deployment smoothing effect (LSDSE) of wind production is performed in the next step. The results of applied smoothing are shown in figure 4.

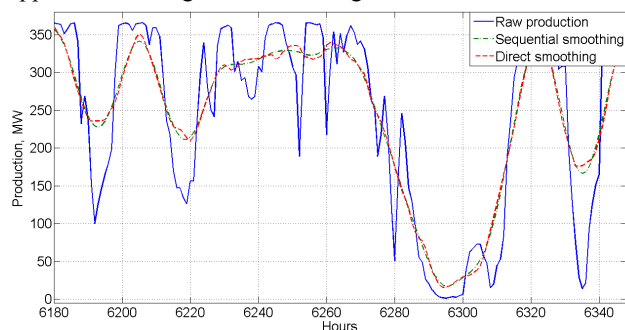


Fig. 4. Example of one week smoothed wind production.

III. RESULTS OF REGIONAL WIND PRODUCTION MODELING

The deliverables obtained from simulation of the wind production are presented in this part of article and contains raw and smoothed production curve in Baltic 2020 scenario; monthly diversity of wind generation and duration curves with different smoothing approaches for 2011, 2016, 2020 scenarios; capacity and load factor estimation as well as comparison of the annual Baltic wind production obtained by model and expected values in NREAPs 2011-2020.

TABLE III. SIMULATED AND EXPECTED WIND PRODUCTION

Year	Results MWh	NREAPs MWh	Year	Results MWh	NREAPs MWh
2011	942476	901000	2016	2632868	2385000
2012	1399022	1095000	2017	2850606	2853000
2013	1640172	1579000	2018	2979375	3087000
2014	1914100	1843000	2019	3389096	3251000
2015	2061600	2133000	2020	3637270	3697000

IV. IMPACTS OF THE WIND DEVELOPMENT TO A POWER SYSTEM AND ELECTRICITY MARKET

Engagement wind production into estimated Baltic merit-order generation at the basis of SRMC extended with transmission capacities for winter conditions in 2020 scenario are shown in Fig. 10. Level of load in the system represents estimated minimal, average and maximal load during January.

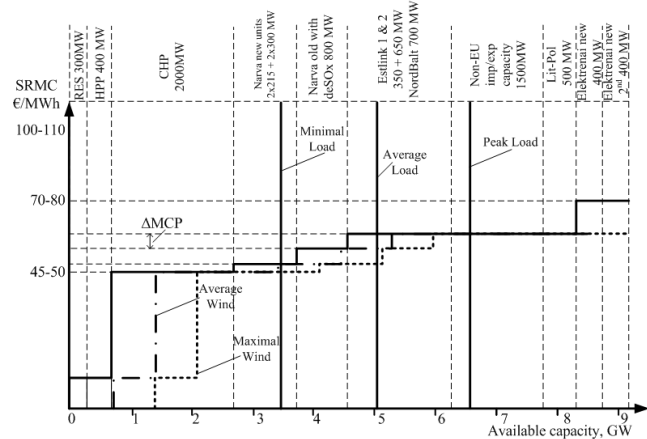


Fig. 10. System price formation in winter scenario 2020.

V. CONCLUSIONS

Results obtained by model are comparable with targets published in NERAPs, level of system penetration by wind in compliance with methodology and evaluation criteria shows that for all assumed scenarios are values within acceptable range. Integration of wind production will reduce need of most expensive conventional plants which can lead to lower average prices for electricity. Should be noticed that expansion of power production capacities with low marginal costs of production might have also negative impact to the conventional generators, mostly caused by decrease of their load factors, hence, reducing ability sufficiently cover total production costs.

REFERENCES

- [1] Baltic National Renewable Action Plans [Online]. Available : http://ec.europa.eu/energy/renewables/transparency_platform/action_plan_en.htm
- [3] Report EWEA, “Powering Europe: wind energy and the electricity grid,” November 2010, Pages 179, [Online]. Available: http://www.e-wea.org/fileadmin/ewea_documents/documents/publications/reports/Gri ds_Report_2010.pdf
- [6] Multiregional planning project, “Market based analysis of interconnections between Nordic, Baltic and Poland areas in 2025,” February 2009, [Online]. Available: http://www.fingrid.fi/attachments/s-ahkomarkkinat/reports/multiregional_planning_project_market_based_analysis_final_v2.pdf

Vēja ražošanas ietekmes novērtējums uz energosistēmu un tirgus veidošanos Baltijā

Mario Turcik (*Institute of Physical Energetics- IPE*), Artjoms Obushevs (*IPE*), Irina Oleinikova (*IPE*)
and Gatis Junghans (*AS "Latvenergo"*)

Atslēgvārdi (angl.) – Distributed power, Modeling, System integration, Wind energy.

I. IEVADS

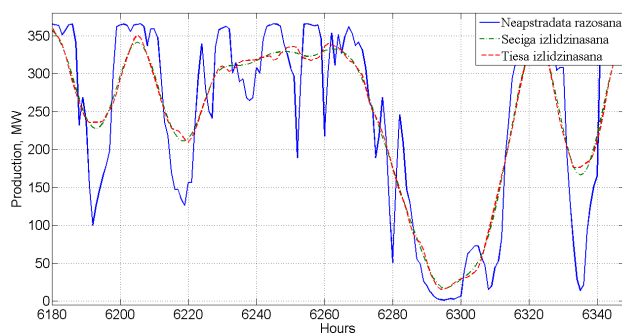
Pēdējā laikā vēja elektrostaciju skaits Baltijas reģionā ir palielinājies. Vēja ģeneratoru integrācijai enerģijas ražošanas struktūrā ir būtiska ietekme uz energosistēmas darbību, kā arī elektroenerģijas tirgu.

Pētījuma mērķis ir novērtēt vēja ražošanas ietekmes, kas saistītas ar ievērojamu vēja elektrostaciju pieaugumu nākotnē, izstrādāt metodes un algoritmus, kuri ļauj veikt simulāciju, sākot no vēja apstākļiem līdz pilnīgai ietekmei uz sistēmu. Rakstā tiek ierosināti algoritmi un metodoloģija šo ietekmju novērtēšanai, ieskaitot modeli, kas spēj ģenerēt vēja ražošanas raksturlīkni, ievērojot reālos vēja apstākļus reģionā.

II. VĒJA ĢENERĀCIJAS MODELĒŠANA

Vēja enerģijas modelēšanai ir būtiskas atšķirības no citām enerģijas tehnoloģijām. Ģenerācijai ir specifiskas īpašības, ievērojot vēja nepastāvību un ģeogrāfisko sadalījumu. Metodika un modelis apvieno sevī specifiskas īpašības liela mēroga vēja ģenerācijas izvietojumā un reģionālos vēja apstākļus.

Iegūtā ražošanas raksturlīkne tiek apzīmēta kā "neapstrādāta" ražošanas raksturlīkne ar relatīvi augstu nepastāvīgu ražošanu. Vidējais vēja ātrums daļēji ietekmē izejas ražošanas raksturlīknes formu, tāpēc pulsāciju dinamika tiek samazināta. Tomēr, lai sasniegtu reālo apstākļu īpašības, nākamajā solī tiek iekļauts tā saucamais lielā mēroga izvietojuma izlīdzināšanas efekts vēja ražošanā. Izlīdzināšanas rezultāti ir parādīti 4. attēlā.



4. att. Vienas nedēļas ražošanas raksturlīknes izlīdzināšanas piemērs.

III. REĢIONĀLĀS VĒJA RAŽOŠANAS MODELĒŠANAS REZULTĀTI

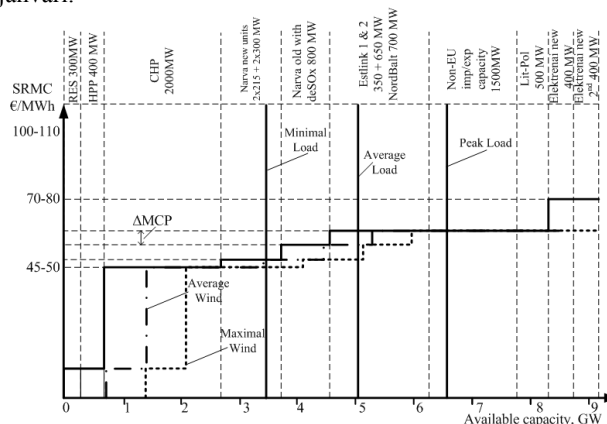
Rezultāti, kas iegūti no vēja ražošanas simulācijas, ir izklāstīti dotajā raksta daļā un ietver neapstrādāto un izlīdzināto ražošanas raksturlīkni Baltijas 2020. gada scenārijam; ikmēneša vēja ģenerācijas nevienādības un ilguma līknes ar dažādiem izlīdzināšanas paņēmieniem 2011., 2016. un 2020. gada scenārijiem; caurlaides spējas un slodzes koeficientu novērtējums un Baltijas gada vēja ražošanas rezultātu salīdzinājums, kas iegūts no modeļa un sagaidāmajām vērtībām pēc NREAPs 2011-2020.

3. TABULA. SIMULĒTĀ UN SAGAI DĀMĀ VĒJA RAŽOŠANA

Gadi	Rezultāti MWh	NREAPs MWh	Gadi	Rezultāti MWh	NREAPs MWh
2011.	942476	901000	2016	2632868	2385000
2012.	1399022	1095000	2017	2850606	2853000
2013.	1640172	1579000	2018	2979375	3087000
2014.	1914100	1843000	2019	3389096	3251000
2015.	2061600	2133000	2020	3637270	3697000

IV. VĒJA ATTĪSTĪBAS IESPĀIDS UZ ENERĢOSISTĒMU UN ELEKTROENERĢIJAS TIRGU

Vēja ražošanas iesaistīšana noteiktajā Baltijas ģenerācijas plānā, pie īstermiņa robežizmaksu bāzes, paplašinātu ar pārvades caurlaides spēju ziemas apstākļiem 2020. gada scenārijam, parādīta 10. attēlā. Sistēmas slodzes līmeņos attēlotas noteiktās minimālās, vidējās un maksimālās slodzes janvārī.



10. att. Sistēmas cenas formēšanās 2020. gada ziemas scenārijā.

V. SECINĀJUMI

Rezultāti, kas iegūti no modeļa, ir salīdzināmi ar mērķiem no NREAPs, vēja iespēšanās līmenis sistēmā saskaņā ar metodiku un vērtēšanas kritērijiem rāda, ka visiem apskatāmajiem scenārijiem vērtības ir pieņemamās robežās. Vēja ražošanas integrācija samazinās vajadzību pēc visdārgākajām tradicionālajām stacijām, kas var pazemināt elektroenerģijas vidējo cenu. Bet jāievēro to, ka elektroenerģijas ražošanas paplašināšanai ar zemām robežizmaksām var būt arī negatīva ietekme uz tradicionāliem ģeneratoriem, galvenokārt izraisot slodzes koeficienta samazināšanos, tādējādi samazinot iespēju nosegt kopējās ražošanas izmaksas.

LITERATŪRA

- [1] Baltic National Renewable Action Plans [Online]. Available : http://ec.europa.eu/energy/renewables/transparency_platform/action_plan_en.htm
- [3] Report EWEA, "Powering Europe: wind energy and the electricity grid," November 2010, Pages 179, [Online]. Available: http://www.ewe.org/fileadmin/ewe_a_documents/documents/publications/reports/Grids_Report_2010.pdf
- [6] Multiregional planning project, "Market based analysis of interconnections between Nordic, Baltic and Poland areas in 2025," February 2009, [Online]. Available: http://www.fingrid.fi/attachments/s-ahkomarkkinat/reports/multiregional_planning_project_market_based_analysis_final_v2.pdf

Оценка воздействия производства ветряной энергии на энергосистему и формирование рынка в странах Балтии

Mario Turcik (*Institute of Physical Energetics- IPE*), Artjoms Obushevs (*IPE*), Irina Oleinikova (*IPE*)
and Gatis Junghans (*AS "Latvenergo"*)

Ключевые слова (англ.) – Distributed power, Modeling, System integration, Wind energy.

I. ВВЕДЕНИЕ

В последнее время число проектов ветряных электростанций в Балтии увеличивается. Интеграция ветряной генерации в структуру производства электроэнергии имеет значительное влияние на работу энергосистемы, а также на рынок электроэнергии.

Целью исследования является оценка воздействия производства ветряной энергии, связанного со значительным увеличением количества ветряных электростанций в будущем, разработка методов и алгоритмов, позволяющих произвести моделирования от ветровых условий до окончательного воздействия на систему. В статье предложены алгоритмы и методики оценки этих последствий, включая модель, которая способна генерировать характеристику производства учитывая реальные условия ветра в регионе.

II. МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЕТРОГЕНЕРАЦИИ

Энергия ветра и ее моделирование существенно отличается от других энергетических технологий. Генерация имеет специфические особенности, включая изменчивость и географическое распределения. Методика и модель объединяет особенности крупномасштабного размещения ветряной генерации с учетом региональных условий. Полученная кривая производства обозначена как "необработанная" кривая с относительно высокой изменчивостью производства. Усредненное значение скорости ветра имеет частичное влияние на форму кривой производства, поэтому динамике изменений уменьшается. Для достижения характеристик реальных условий, в следующем шаге применяется эффект сглаживания, рис.4.

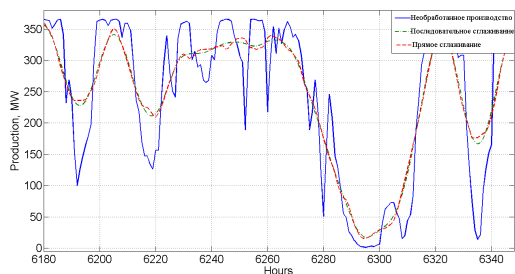


Рис. 4. Пример сглаживания характеристики производства за одной неделей.

III. РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА ВЕТряНОЙ ЭНЕРГИИ

Полученные результаты, представленные в этой части статьи, содержат необработанные и сглаженные кривые производства в Балтии для прогноза на 2020 год; ежемесячное различие ветряной генерации и кривые продолжительности при сглаживании для сценариев 2011, 2016, 2020 годов; оценка пропускной способности и коэффициента использования установленной мощности; сравнение ежегодного производства полученного с помощью модели и целями NREAPs для 2011-2020 годов.

ТАБЛИЦА III. МОДЕЛИРОВАННАЯ И ПРЕДПОЛАГАЕМАЯ ВЫРАБОТКА

Год	Результат МВт·ч	NREAPs МВт·ч	Год	Результат МВт·ч	NREAPs MWh
2011	942476	901000	2016	2632868	2385000
2012	1399022	1095000	2017	2850606	2853000
2013	1640172	1579000	2018	2979375	3087000
2014	1914100	1843000	2019	3389096	3251000
2015	2061600	2133000	2020	3637270	3697000

IV. ВЛИЯНИЕ РАЗВИТИЯ ВЕТряНЫХ ПАРКОВ НА ЭНЕРГОСИСТЕМУ И РЫНОК ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Участие производства ветряной генерации в формировании порядка Балтийской генерации, на базе краткосрочных замыкающих затрат и расширенной пропускной способности для сценария зима 2020 г. дано на рис. 10. Уровни системной нагрузки представлены в виде минимальной, средней и максимальной нагрузки в течение января.

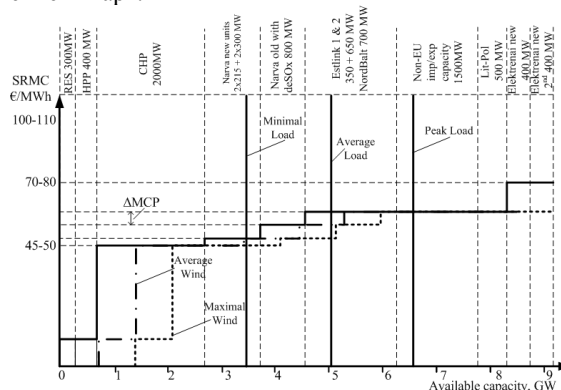


Рис. 10. Формирование системной цены для сценария зима 2020 года.

V. ВЫВОДЫ

Результаты моделирования сопоставимы с данными, опубликованными в NREAPs, показывают, что для всех сценариев значения находятся в допустимом диапазоне. Интеграция производства ветряной энергии позволит снизить потребность в самых дорогих традиционных станциях, что приведет к снижению средних цен на электроэнергию. Расширение производственных мощностей с низкими замыкающими затратами приводит к негативному влиянию на традиционные генераторы, в основном снижением коэффициента использования установленной мощности, следовательно, снижением возможности покрывать общие производственные затраты.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Baltic National Renewable Action Plans [Online]. Available : http://ec.europa.eu/energy/renewables/transparency_platform/action_plan_en.htm
- [2] Report EWEA, "Powering Europe: wind energy and the electricity grid," November 2010, Pages 179, [Online]. Available: http://www.e-wea.org/fileadmin/ewea_documents/documents/publications/reports/Gri ds_Report_2010.pdf
- [3] Multiregional planning project, "Market based analysis of interconnections between Nordic, Baltic and Poland areas in 2025," February 2009, [Online]. Available: http://www.fingrid.fi/attachments/s-ahkomarkkinat/reports/multiregional_planning_project_market_based_analysis_final_v2.pdf